

# Efecto de la salinidad y la temperatura sobre el crecimiento del pasto Banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.]

Sara Lucía González Romero\*, Adrián Raymundo Quero Carrillo\*\*, Omar Franco Mora\*\*\*\*, Carlos Ramírez Ayala\*, Héctor Manuel Ortega Escobar\* y Carlos Trejo López\*\*\*

Recepción: 7 de enero de 2010

Aceptación: 8 de septiembre de 2010

\* Colegio de Postgraduados, Programa de Hidrociencias. México.

\*\* Colegio de Postgraduados, Programa de Ganadería. México.

\*\*\* Colegio de Postgraduados, Programa de Botánica. México.

\*\*\*\* Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento, Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. México. Correo electrónico: grsara@colpos.mx; queroadrian@colpos.mx; ofrancom@uaemex.mx; cara@colpos.mx; manueloe@colpos.mx; catre@colpos.mx.

**Resumen.** Para analizar la respuesta del crecimiento de pasto Banderita a la salinidad se diseñó un experimento bifactorial de 11 tipos de sales a 8 concentraciones (0, 2, 4, 8, 12, 15, 19 y 28 dS m<sup>-1</sup>) y dos temperaturas (19 + 4 y 20 °C), durante 15 días. Las sales que permitieron el mayor crecimiento fueron CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O y clorhídrico-sulfática; el NaHCO<sub>3</sub> y la salinidad sulfática registraron el menor crecimiento. Las sales geoquímicas permitieron el desarrollo vegetativo mayor en comparación con las sales puras. El crecimiento disminuyó al incrementarse la conductividad eléctrica de la sal. El desarrollo de la radícula fue menor al de la parte aérea tanto a temperatura ambiente como a temperatura controlada.

**Palabras clave:** *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr., crecimiento vegetativo, salinización, temperatura controlada.

**Salinity and Temperature Effect on Growth of the Sideoats Grama (*Bouteloua Curtipendula* Michx. Torr.)**

**Abstract.** The effect of salinity and temperature on seedling growth was studied for Sideoats grama. A bifactorial experiment was designed: eleven salinity (eight levels 0, 2, 4, 8, 12, 15, 19 and 28 dS m<sup>-1</sup>) and two temperatures (19 ± 4 and 20 °C) during fifteen days. The growth showed a linear relationship with the electrical conductivity salt due to the fact that these were affected when increasing saline concentration; The salt with higher vegetative growth levels was the CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O and chlorhidric-sulfatic salinity; on the other hand, lower germination percentage was observed with NaHCO<sub>3</sub> and sulfatic salinity. The vegetative growth of the root was highly affected by salts in comparison to the aerial part, and both plant parts developed better using geochemical salts.

**Key words:** Salinity, sideoats grama, vegetative growth.

## Introducción

Las áreas de suelo afectadas por problemas de sales y sodio están ampliamente distribuidas en el mundo; en México, el problema de la salinidad se presenta fundamentalmente en las zonas áridas, con riego y a lo largo de la costa. Los lugares donde se observa con más frecuencia son las cuencas cerradas que, a través de miles de años, han acumulado paulatinamente sales en el perfil del suelo. Se estima que la superficie afectada es del orden de un millón de hectáreas

(Fernández, 1990). La salinización del suelo es propiciado por la acumulación de sales más solubles que el sulfato de calcio. Munns *et al.* (2005) indican que las principales sales que afectan a los vegetales y que se encuentran en los suelos corresponden a los cloruros y sulfatos de sodio, calcio y magnesio, siendo para las plantas los principales iones citotóxicos el sodio, los cloruros y los sulfatos (Chinnusamy *et al.*, 2005). Todos los suelos contienen sales y algunas de éstas se convierten en un problema cuando se concentran en la zona radical del cultivo; a veces, el problema es el

cloruro sódico (o sal de mesa) pero también pueden serlo otras sales. Esto provoca valores muy altos de la presión osmótica en el agua del suelo, con evidentes repercusiones sobre el desarrollo de las plantas, limitando la productividad de los cultivos, en particular en las zonas áridas (Porta *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2008).

Castellanos *et al.* (2000) indicaron que, aunque puede ocurrir la toxicidad por altas concentraciones de sodio, cloro u otros iones, las sales solubles comúnmente afectan el crecimiento de los cultivos debido al efecto osmótico. Este efecto consiste en que altas concentraciones de sales incrementan las fuerzas potenciales que retienen al agua en la solución del suelo y hace más difícil la extracción del agua por las raíces de la planta. Por lo anterior, no es posible evaluar el riesgo ocasionado por el alto contenido de sales solubles en los suelos y agua de riego sin considerar la susceptibilidad de los cultivos a las sales. Por otra parte Ayers y Westcot (1987) definen que hay problema de salinidad cuando las sales se acumulan en la zona radical a una concentración que ocasiona pérdidas en la producción debido a la disminución del crecimiento, su efecto varía con los estados fenológicos de los cultivos, siendo más notable en las primeras etapas del crecimiento.

Cabe destacar que entre los problemas ambientales más importantes que influyen sobre la productividad agrícola están la sequía y salinidad (Bosque *et al.*, 1999). Para minimizar los efectos de la temperatura y la salinidad sobre la producción de los cultivos en las zonas áridas y semiáridas, es necesario emplear germoplasma resistente a niveles estresantes de estos factores. Así en la búsqueda de alternativas para mejorar la productividad en estas regiones con problemas de salinidad, se enfatiza la necesidad de identificar y caracterizar nuevos recursos fitogenéticos tolerantes al estrés salino. En particular el pasto Banderita (*Bouteloua curtipendula* Michx. Torr) es una gramínea ampliamente adaptada a condiciones de sequía en los desiertos chihuahuense y sonoreño, y que conserva su valor forrajero durante más tiempo, en comparación con otros forrajes (Morales-Nieto *et al.*, 2006). Por lo tanto, representa una alternativa económica y sustentable, para el aprovechamiento de los suelos salinos sódicos; sin embargo, hasta el momento existe poca evidencia de su tolerancia a la salinidad, que lo conviertan en una opción sostenible para el aprovechamiento de las áreas afectadas por este tipo de estrés.

Por lo anterior se consideraron los tipos de salinidad que se presentan en los valles de zonas áridas y semiáridas de México, con el objetivo de identificar en el presente estudio el efecto de las sales en el crecimiento de la radícula y parte vegetativa del pasto Banderita y su relación con la temperatura en condiciones de laboratorio.

## 1. Materiales y métodos

Se utilizaron cariósides de pasto Banderita sin gluma, lema o palea. La semilla fue cosechada en 2006 en el estado de San Luis Potosí dentro del *Campus regional* del Colegio de Postgraduados, usando un ecotipo nativo del norte de México. La imbibición de las semillas fue con 11 soluciones salinas divididas en: sales puras [NaCl; NaHCO<sub>3</sub>; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; MgSO<sub>4</sub>; CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O; MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O]; y tipos de salinidad geoquímica [clorhídrica; sulfático-clorhídrica; clorhídrico-sulfática; sulfática; sulfático-sódica]; cuya conductividad eléctrica (CE) teórica fue: 0, 2, 4, 8, 12, 15, 19 y 28 dS m<sup>-1</sup>; la cantidad aplicada se determinó con la fórmula mg L<sup>-1</sup> = 640(CE).

La preparación de las soluciones de salinidad geoquímica se realizó con la metodología de Arinuskina, con las siguientes relaciones aniónicas de Cl<sup>-</sup>/SO<sub>4</sub><sup>=</sup>: salinidad clorhídrica = 2.5; sulfático-clorhídrica = 1.5; clorhídrico-sulfática = 0.6; sulfática = 0.15 y para la salinidad sulfático-sódica la relación fue HCO<sub>3</sub><sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup> + SO<sub>4</sub><sup>=</sup> = 2.0. Las sales usadas para preparar los tipos de salinidad fueron NaCl, MgSO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O (Sánchez *et al.*, 2008).

El experimento fue un bifactorial cuyo interés fue estudiar la incidencia del factor “sal” con ocho dosis (0, 2, 4, 8, 12, 15, 19 y 28 dS m<sup>-1</sup>.) y el factor “temperatura” con dos niveles (ambiente y controlada), sobre la germinación de las semillas. Los tratamientos resultantes fueron 16, los cuales se asignaron a las unidades experimentales según un diseño completamente aleatorizado. Por cada sal fueron evaluados los 16 tratamientos con tres repeticiones es decir, (11 × 16 × 3) 528 unidades experimentales, en cada una de éstas se colocaron 5 semillas sobre papel filtro (Ahlstrom No. 61, 87 mm diámetro) en cajas Petri de plástico (84 mm diámetro y 17 mm alto), desinfectados con hipoclorito de sodio al 5.25%, aplicando 5 mL de diferente concentración y solución salina a temperatura constante (20 °C) en cámara de germinación Seedburo, y a temperatura no controlada en laboratorio, de 19 ± 4 °C durante 15 días en completa oscuridad.

El análisis de varianza y la comparación de medias (Tukey) de todas las soluciones salinas a las mismas concentraciones, con sus tres repeticiones, a los 15 días de la prueba y por diferencia de temperatura, se realizó en el paquete estadístico Sistema para Análisis Estadístico (SAS) versión 8.0.

## 2. Resultados y discusión

Los efectos del NaCl a diferentes dosis sobre el crecimiento de la radícula y la parte aérea del pasto Banderita, se

observan en la figura 11 tanto a temperatura ambiente (a) como a temperatura controlada (b). En ambas condiciones ambientales la longitud radical fue menor al de la parte aérea; y a altas concentraciones salinas el crecimiento en ambas partes disminuyó e incluso se inhibió a una CE de 28 dS m<sup>-1</sup>. Se aprecia también que el desarrollo de las semillas fue mayor a una temperatura constante de 20 °C que a temperatura ambiente; sin embargo, a ambas temperaturas a los 10 días, las plántulas comenzaron a perder turgencia y por ello a disminuir su crecimiento. Por otro lado, el crecimiento de la parte aérea en condiciones ambientales registró una relación lineal con el tiempo. Por su parte, Ashraf *et al.* (1987) trabajando con especies forrajeras encontraron que la longitud del brote disminuyó rápidamente al incrementarse la concentración de NaCl. Ellos concluyeron que cada especie tiene diferente respuesta al incremento en la concentración de sal. Por su parte, Aiazzi *et al.* (2005) estudiando el efecto de la salinidad del NaCl en el crecimiento de la planta *Atriplex cordobensis* indicaron que el tratamiento salino produjo una disminución significativa de la longitud radical en comparación a la parte aérea en las plantas, y que la longitud radical no mostró respuesta significativamente diferente frente al tratamiento salino.

El crecimiento en Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (figura 2), tanto de radícula como de parte aérea fue mayor a temperatura ambiente. Sin embargo, el crecimiento de radícula fue menor al de parte aérea en ambas condiciones ambientales; los tratamientos aplicados para el caso del crecimiento de parte aérea a temperatura ambiente no presentaron diferencia estadística (P > 0.05). No obstante, los tratamientos cuyas conductividades eléctricas fueron de 2 y 4 dS m<sup>-1</sup> superaron el crecimiento del testigo cuya CE fue de 0 dS m<sup>-1</sup>; las concentraciones altas de salinidad a partir del tratamiento con una CE igual a 12 dS m<sup>-1</sup> no registraron diferencia estadística (P > 0.05) en el crecimiento de radícula a temperatura ambiente y para ambas partes en estudio a temperatura controlada.

Para el caso de MgSO<sub>4</sub>, el efecto de la temperatura controlada no favoreció el crecimiento del pasto (figura 3), tanto en la radícula como en la parte aérea. También, como en el caso de las NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> el crecimiento de radícula fue menor al de la parte aérea en ambos regímenes de temperatura analizados, para el caso de la radícula a temperatura controlada, los tratamientos aplicados no registraron diferencia estadística (P > 0.05). El tratamiento a CE de 4 dS m<sup>-1</sup> superó el crecimiento de la parte aérea del testigo (CE 0 dS m<sup>-1</sup>) a temperatura ambiente.

La sal, en la cual se presentó un mayor crecimiento de radícula aún a concentraciones altas fue el CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O (figura 4). El crecimiento de ambas partes vegetativas fue mayor a

temperatura controlada; sin embargo, los tratamientos aplicados en el crecimiento de la parte aérea a 20 °C a partir de una CE de 4 dS m<sup>-1</sup> no registraron diferencia estadística (P > 0.05). A una CE de 2 y 4 dS m<sup>-1</sup>, se registró una mayor longitud radicular y de parte aérea a temperatura ambiente en comparación con la CE de 0 dS m<sup>-1</sup>.

En la figura 5 se observa el efecto del MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O y de la temperatura sobre el crecimiento de radícula y parte aérea del pasto Banderita, el crecimiento de parte aérea fue mayor al de radícula tanto a temperatura ambiente como a los 20 °C y éstos a su vez fueron mayores a temperatura controlada en comparación a la temperatura ambiente, no obstante el tratamiento a una CE de 2 dS m<sup>-1</sup> superó el crecimiento de la parte aérea del testigo a temperatura ambiente.

Para NaHCO<sub>3</sub> el crecimiento de radícula y parte aérea presentó el menor desarrollo, ya que a partir del tratamiento tres (CE 8 dS m<sup>-1</sup>) (figura 6); tanto a temperatura ambiente como en condiciones controladas el crecimiento de ambas partes en estudio disminuyó significativamente al incrementar la concentración salina. En esta sal como en la anterior, el crecimiento de radícula fue menor al de la parte aérea.

Para el caso de las sales geoquímicas, en la salinidad clorhídrica (figura 7) el efecto de la temperatura controlada no influyó en el crecimiento del pasto. Nuevamente como en el caso de las sales puras el crecimiento de radícula fue menor al de la parte aérea en ambos regímenes de temperatura analizados; sin embargo, el crecimiento en ambas partes fue mayor al de las sales puras aún a altas concentraciones de sal.

En la salinidad sulfático-clorhídrica (figura 8), el crecimiento de ambas partes fue mayor a temperatura controlada; sin embargo, los tratamientos aplicados a temperatura ambiente en el crecimiento tanto de radícula como de parte aérea a partir del tratamiento de 12 dS m<sup>-1</sup> no registraron diferencia estadística (P > 0.05).

Para la salinidad clorhídrico-sulfática (figura 9), el efecto de la temperatura controlada no influyó significativamente sobre el crecimiento del pasto, ya que éste fue menor en comparación con el crecimiento tanto de la radícula como de la parte aérea en temperatura ambiente; el crecimiento de radícula fue menor al de la parte aérea en ambos regímenes de temperatura analizados; sin embargo, el crecimiento de ambas partes soportó altas concentraciones de sal.

En la figura 10 se observa el efecto de la salinidad sulfática, en donde el crecimiento de parte aérea fue mayor al de radícula en ambos regímenes de temperatura, y éstos a su vez fueron mayores a temperatura controlada en com-

1. Todas las figuras pueden consultarse en el anexo.

paración con la temperatura ambiente, no obstante esta sal afectó el desarrollo del pasto, ya que inhibió su crecimiento a partir del tratamiento con una CE de  $15 \text{ dS m}^{-1}$  en ambas temperaturas.

Para la salinidad sulfático-sódica la temperatura controlada no influyó significativamente en el crecimiento del pasto, ya que este fue menor en comparación al crecimiento tanto de la radícula como de la parte aérea en temperatura ambiente (figura 11); el crecimiento de radícula fue menor al de la parte aérea en ambos regímenes de temperatura analizados. Los tratamientos a partir del tratamiento de CE a  $15 \text{ dS m}^{-1}$  no registraron diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) en la temperatura controlada para ambas partes de estudio, y a temperatura ambiente en el crecimiento de parte aérea, las dosis empleadas de esta sal no registraron diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) para la longitud radical a temperatura no controlada.

Por lo anteriormente expuesto, se observó que las sales donde el magnesio y el calcio fueron los cationes predominantes incrementaron el crecimiento en comparación al ión sodio, ya que éste no lo afectó significativamente. Kent y Läubli (1985) reportaron que en tratamientos adecuados de  $\text{Ca}^{2+}$ , el crecimiento de las raíces de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) es tan bueno como en ausencia de estrés salino. Hamada (1994) reportó que el crecimiento de las plantas sometidas a salinización y  $\text{Ca}^{2+}$  presentaron una longitud de raíz y de brotes superior, en comparación con las tratadas sólo con NaCl, especialmente en altos niveles de salinidad. Así el efecto del  $\text{Ca}^{2+}$  promueve la tolerancia a la salinidad. Por otro lado, las sales con  $\text{HCO}_3^-$  afectaron más el crecimiento de radícula y parte aérea del pasto Banderita ( $\text{NaHCO}_3$  y la salinidad sulfático-sódica), seguidas por las que tuvieron iones de  $\text{Cl}^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$ , - estos últimos que fueron las menos agresivas.

Como se observó en las sales puras el crecimiento de radícula y parte aérea fue afectado negativamente por condiciones de baja temperatura y elevadas concentraciones salinas; las sales geoquímicas permitieron el desarrollo vegetativo mayor en comparación con las sales puras. Por su parte Chilo *et al.* (2009) estudiando el efecto de la temperatura y la salinidad sobre la germinación y el crecimiento de partes aéreas de dos variedades de *Chenopodium quinua* indicaron que el crecimiento disminuyó con una baja temperatura y alta salinidad, sin embargo, un incremento en la temperatura y bajas concentraciones salinas de NaCl favorecieron el crecimiento de plántulas. Concluyeron que la temperatura y la salinidad afectaron el crecimiento de las plántulas a baja temperatura ( $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y baja salinidad, pues solamente se produjo emergencia de radícula sin llegar al estadio de parte aérea.

El crecimiento de la radícula y parte aérea fue disminuyendo al incrementarse la CE de la sal; después de 15 días se perdió totalmente la turgencia, de radícula y parte aérea. El desarrollo de la radícula fue menor al de la parte aérea tanto a temperatura ambiente como a temperatura controlada, aunque algunas semillas brotaron, la radícula no se desarrolló adecuadamente, ya que no alcanzó los 2 mm. Al respecto, Sam (2007) trabajando con arroz (*Oryza sativa* L.) concluyó que concentraciones altas de NaCl permitieron la germinación de las semillas y el desarrollo inicial de la radícula, pero su morfología cambió totalmente. Munns y Termaat (1986) observaron que al incrementarse la salinidad el crecimiento de la raíz se afecta menos que el del tallo; sin embargo, Tobe *et al.* (2000) reportaron que la elongación de la raíz es más sensible a la salinidad en *Kalidium caspicum*. En una serie de experimentos realizados con trigo (*Triticum aestivum*), algodón y chile dulce (*Capsicum annuum*), se encontró que a medida que se incrementaba la concentración de sales en el suelo, el desarrollo radical fue menor. El efecto de las sales sobre el crecimiento radical aumenta a medida que se acrecienta la concentración (Pizarro, 1985). Almansouri *et al.* (2001) indicaron que la longitud de la parte aérea disminuyó con incremento en la concentración de agentes osmóticos. El efecto de la salinidad sobre el crecimiento de las raíces de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) es que disminuye y por lo tanto se reduce la capacidad de absorción de agua y nutrimentos (Goykovic y Saavedra, 2007).

Cramer *et al.* (1988) monitorearon el crecimiento de la raíz de maíz en presencia de soluciones isotónicas manitol 138 mM y de NaCl 75 mM. En manitol, ocurrió una disminución inicial en la tasa de crecimiento, seguido por una gradual recuperación. En NaCl, la tasa de crecimiento disminuyó un 20% y no se recuperó.

## Conclusiones

El cultivo de pasto Banderita cuenta con poca información sobre su tolerancia a la salinidad, estos resultados dan la pauta para futuras investigaciones debido a que la presencia y concentración de sales afectó más al crecimiento de la radícula del pasto en comparación a la parte aérea; este efecto se observó, tanto en las sales puras como en las sales geoquímicas. Tal hecho puede afectar el crecimiento general de la planta en el campo, ya que al reducirse el crecimiento de las raíces se ve afectado el volumen de suelo que éstas pueden explorar para la obtención de nutrientes, hecho que limitará su crecimiento y desarrollo a pesar de que se obtenga un buen desarrollo de la parte aérea, lo que puede reducir el rendimiento de la materia seca o acortar su ciclo vegetativo.

En las zonas áridas del país se tienen altas temperaturas, lo que puede favorecer el desarrollo del pasto Banderita, para la recuperación de los suelos con problemas de sales, ya que la temperatura controlada (20 °C) influyó en el desarrollo de la radícula y en la parte aérea, debido a que permitió que el pasto tolerara altas concentraciones de sal;

sin embargo, en bajas temperaturas el pasto Banderita es sensible a altas concentraciones de sales puras; lo anterior siempre y cuando los suelos no tengan alto contenido de sales de cloruro porque fueron ligeramente más tóxicas en el crecimiento de la planta en comparación con las sales de sulfato.



## Bibliografía

- Aiazzi, M. T.; P. Carpane; C. Deza (2005). *Efecto de la salinidad, sobre el crecimiento de plantas de Atriplex cordobensis Gandoger et Stuckert originadas de semillas de distintas procedencias*. Instituto Argentino de Investigación de las Zonas Áridas. Multequina. 14:39-46.
- Almansouri, M.; J-M. Kinet; S. Lutts (2001). "Effect of Salt and Osmotic Stresses on Germination in Durum Wheat (*Triticum durum Desf.*)", *Plant and Soil* 231: 243-254.
- Ashraf, M.; T. McNeilly; A. D. Bradshaw (1987). "Selection and Heritability of Tolerance to Sodium Chloride in Four Forage Species". *Crop. Sci.* 227:232-234.
- Ayers, R. S.; D. W. Westcot (1987). *Water Quality for Agriculture*. FAO. Irrigation and Drainage. Paper 29. Rev. 1. Rome, Italy.
- Bosque, H.; R. Lemeur; P. Van Damme; S. E. Jacobsen (1999). *Análisis ecofisiológico del cultivo de quinoa (Ch. quinoa Wild.) en condiciones de estrés de la sequía y la salinidad*. 1er Taller Internacional de Quinoa, UNALM. Lima, Perú.
- Castellanos, J.Z.; J. X. Uvalle B.; A. Agular S. (2000). *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas*. 2ª ed. Colección INCAP. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, México.
- Chilo, G; M. Vacca M.; R. Carbajal; M. Ochoa (2009). Efecto de la temperatura y salinidad sobre la germinación y crecimiento de plántulas de dos variedades de *Chenopodium quinoa*. *Agriscientia*. xxvi (1).
- Chinnusamy, V.; A. Jagendore; Z. Jian-Kang (2005) "Understanding and Improving Salt Tolerance in Plants", *Crop Sci.* 45: 437-448.
- Cramer, G. R.; E. Epstein; A. Lauchli (1988). "Na-Ca Interactions in Barley Seedlings: Relationship to Ion Transport and Growth". *Plant, Cell and Environ.* 12: 551-558.
- Fernández, G. R. (1990). *Algunas experiencias y proposiciones sobre recuperación de suelos con problemas de sales en México*. Terra. 8:226-240.
- Goykovic, C. V.; G. Saavedra del Real (2007). *Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo*. IDESIA (Chile) 25 (3): 47-58.
- Hamada, A. M. (1994). "Alleviation of the Adverse Effects of NaCl on Germination of Maize Grains by Calcium", *Biol. Plant.* 36 (4):623-627.
- Kent, L. M.; A. Läuchli (1985). "Germination and Seedling Growth of Cotton Salinity-Calcium Interactions", *Plant Cell and Environ.* 8: 155-159.
- Morales-Nieto C.; A. Quero-Carrillo; O. Le-Blanc; A. Hernández-Garay; J. Pérez-Pérez; S. González-Muñoz (2006). "Caracterización de la diversidad del pasto nativo *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr. mediante marcadores de AFLP", *Agrociencia* 40: 711-720.
- Munns, R.; A. Termaat (1986). "Whole-Plant Responses to Salinity". *Aus. J. Plant. Physiol.* 13:143-160.
- Munns, R; S. Goyal; J. Passioura (2005). *Salinity and its Mitigation University of California*, Davis.
- Pizzarro, F. (1985). *Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos*. 2ª ed. Ed. Agrícola Española S.A. Madrid.
- Porta, C.; A. R. López; Roquero, De L. (2003). *Edafología*. Mundi-Prensa, Madrid.
- Sam, O. (2007). "Influencia de la salinidad en las radículas de plántulas de arroz (*Oryza sativa*)", *Cultivos Tropicales* 28 (1) 25-28.
- Sánchez-B. E.; M. Ortega-E.; V. González-H.; M. Camacho-E; J. Kohashi-S. (2008). "Crecimiento de plantas de papa (*Solanum tuberosum L.*) cv. Alpha, inducido por diversas soluciones salinas", *Interciencia* 33 (9):1-9.
- Tobe, K.; X. Li; K. Omasa (2000). "Seed Germination and Radical Growth of Halophyte, *Kalidium Capsicum* (Chenopodiaceae)", *Ann. Bot.* 85:391-396.

Figura 1. Curva de crecimiento de pasto Banderita en NaCl.

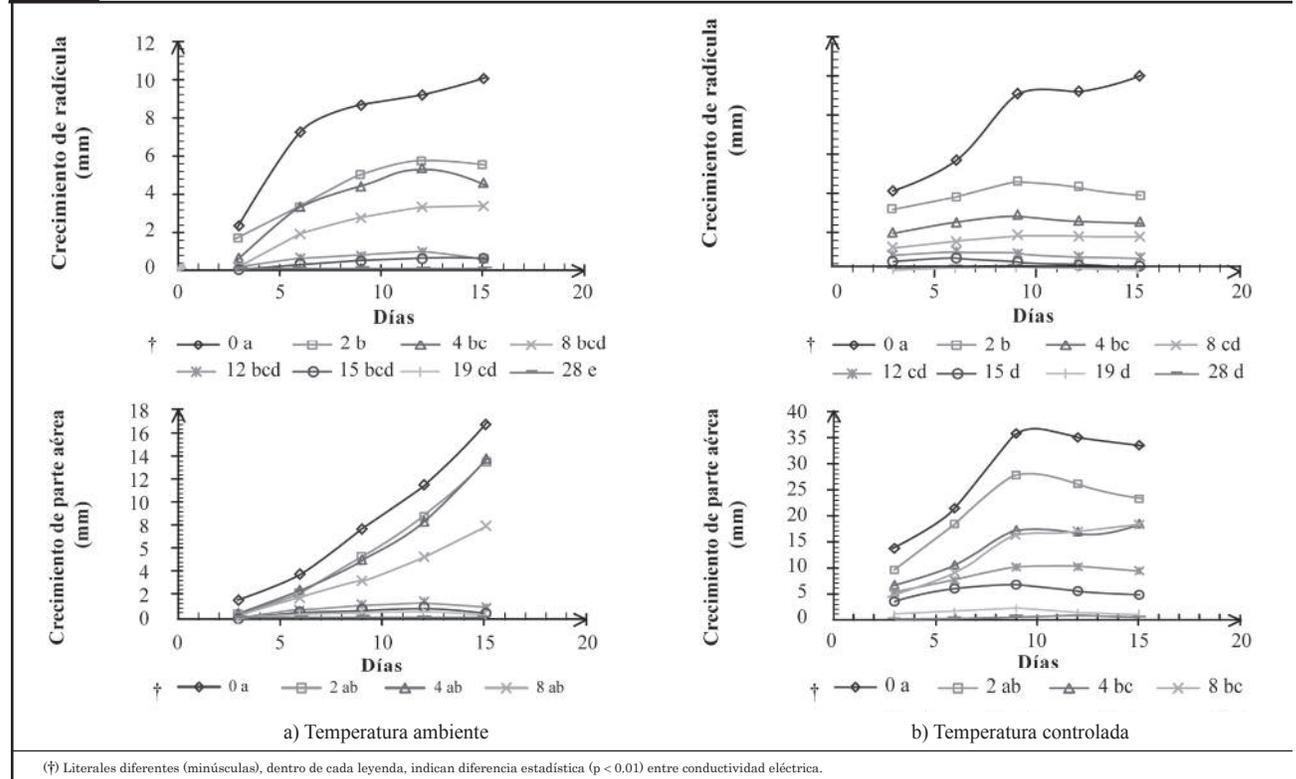


Figura 2. Curva de crecimiento de pasto Banderita en  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

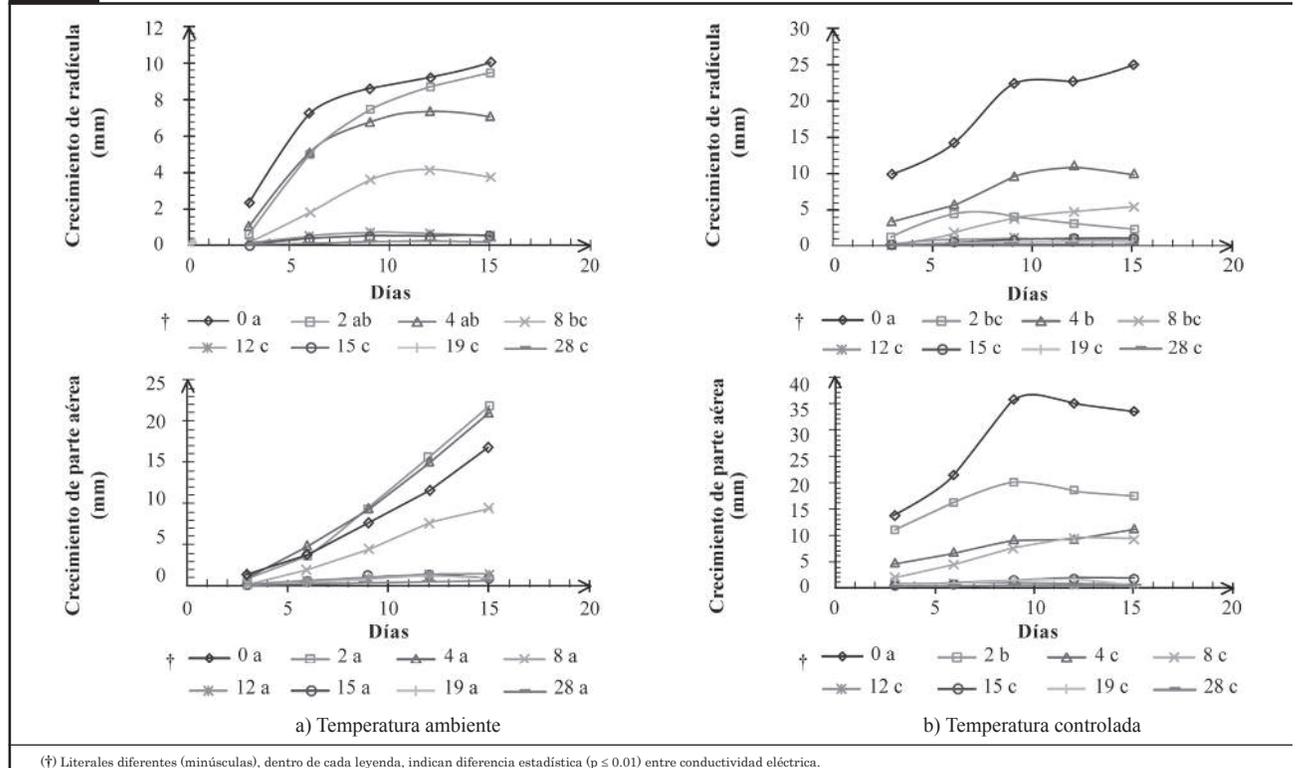
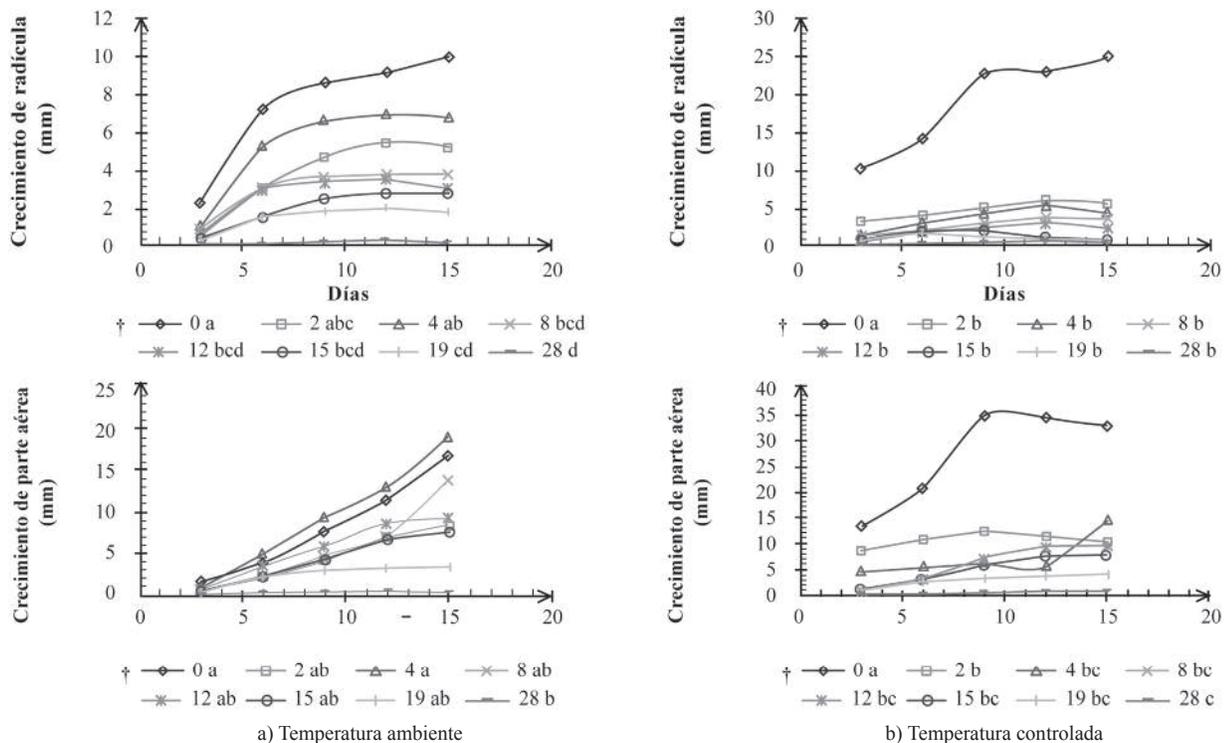
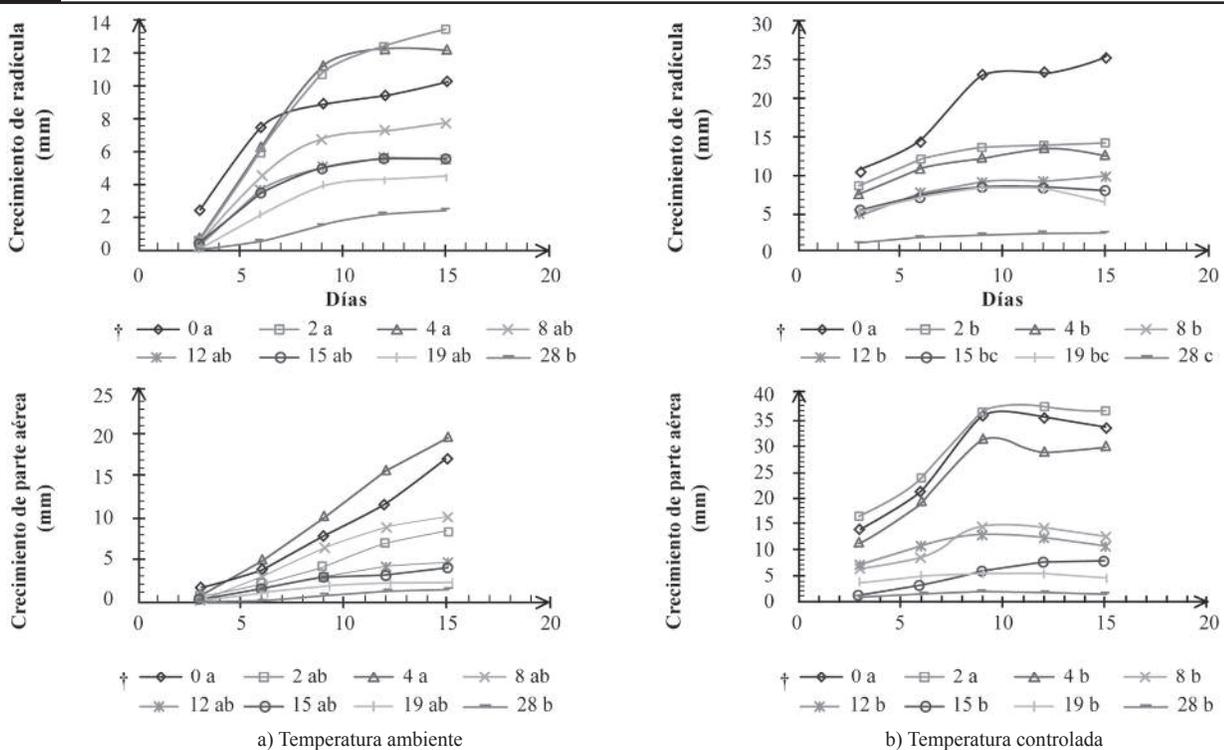


Figura 3. Curva de crecimiento de pasto Banderita en  $MgSO_4$ .



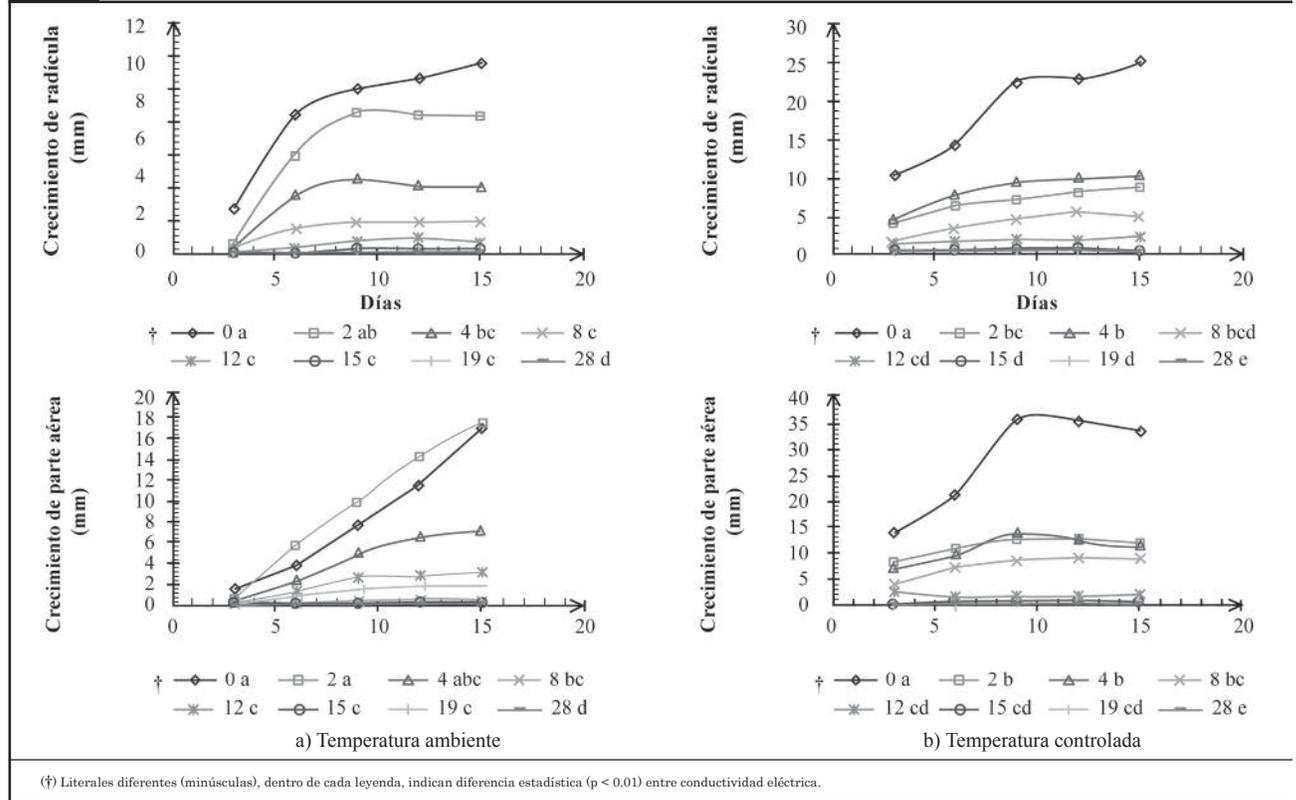
(†) Literales diferentes (minúsculas), dentro de cada leyenda, indican diferencia estadística ( $p < 0.01$ ) entre conductividad eléctrica.

Figura 4. Curva de crecimiento de pasto Banderita en  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ .



(†) Literales diferentes (minúsculas), dentro de cada leyenda, indican diferencia estadística ( $p < 0.01$ ) entre conductividad eléctrica.

**Figura 5.** Curva de crecimiento de pasto Banderita en  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ .



**Figura 6.** Curva de crecimiento de pasto Banderita en  $NaHCO_3$ .

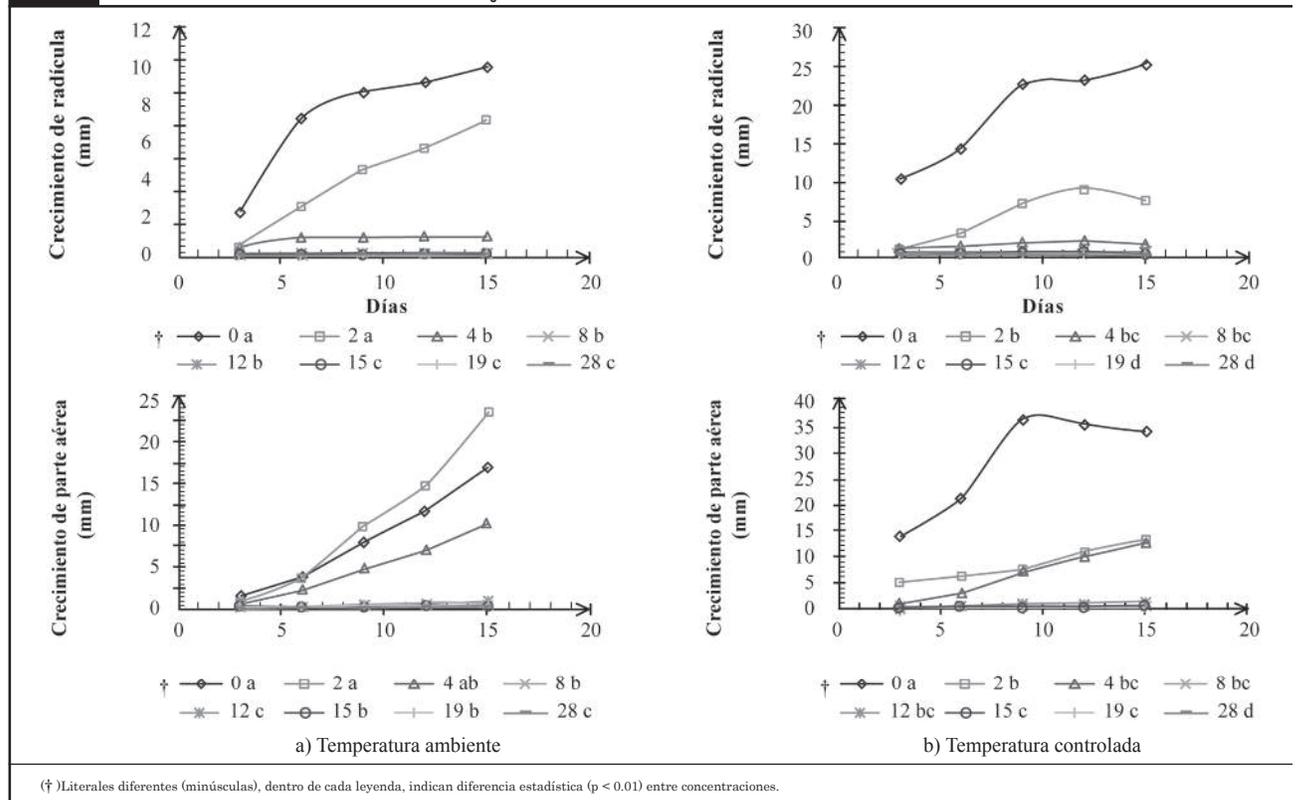


Figura 7. Curva de crecimiento de pasto Banderita en salinidad clorhídrica.

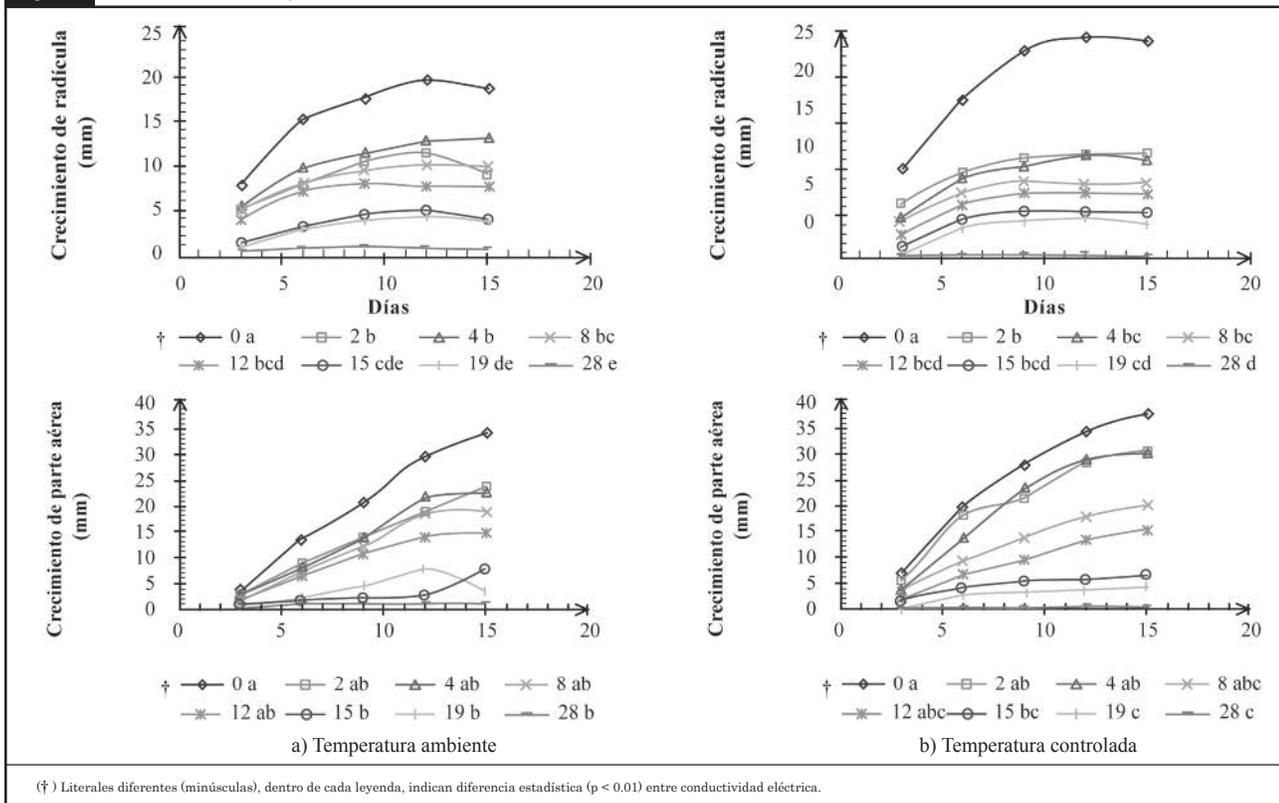
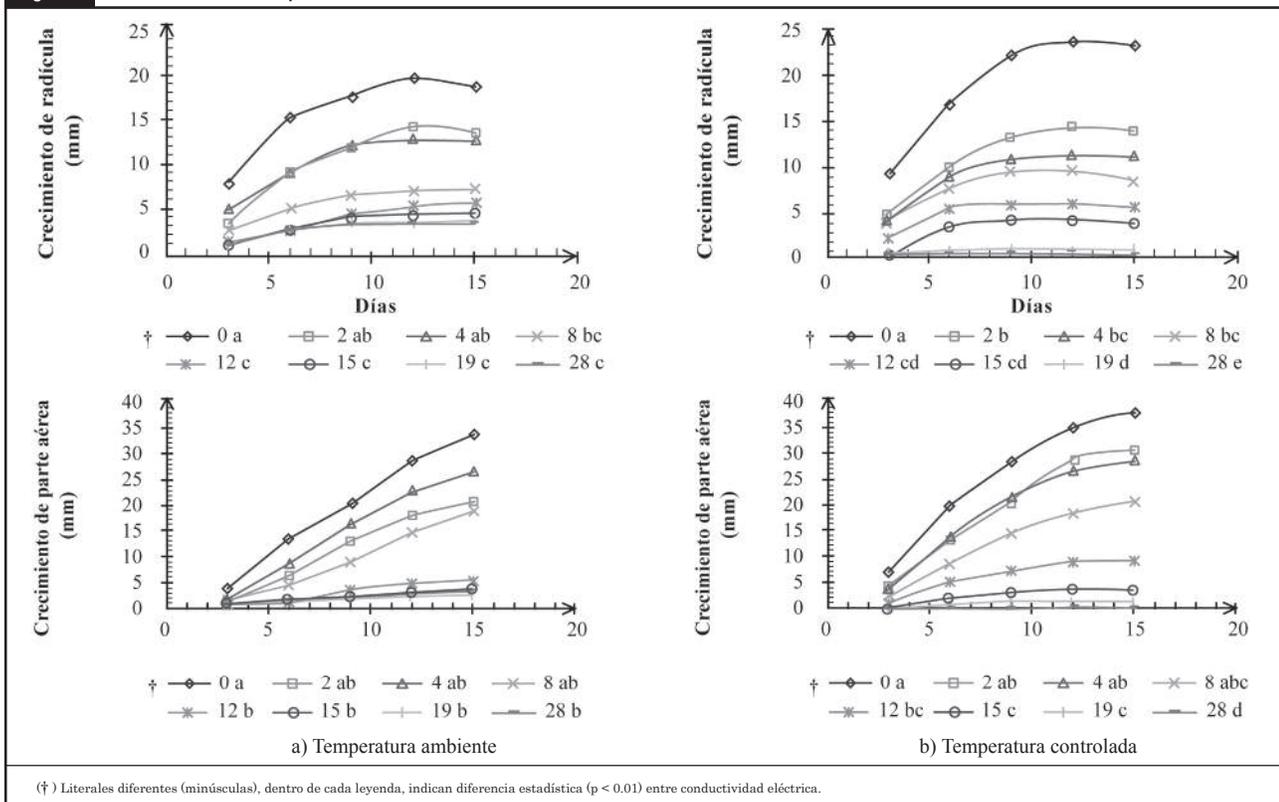
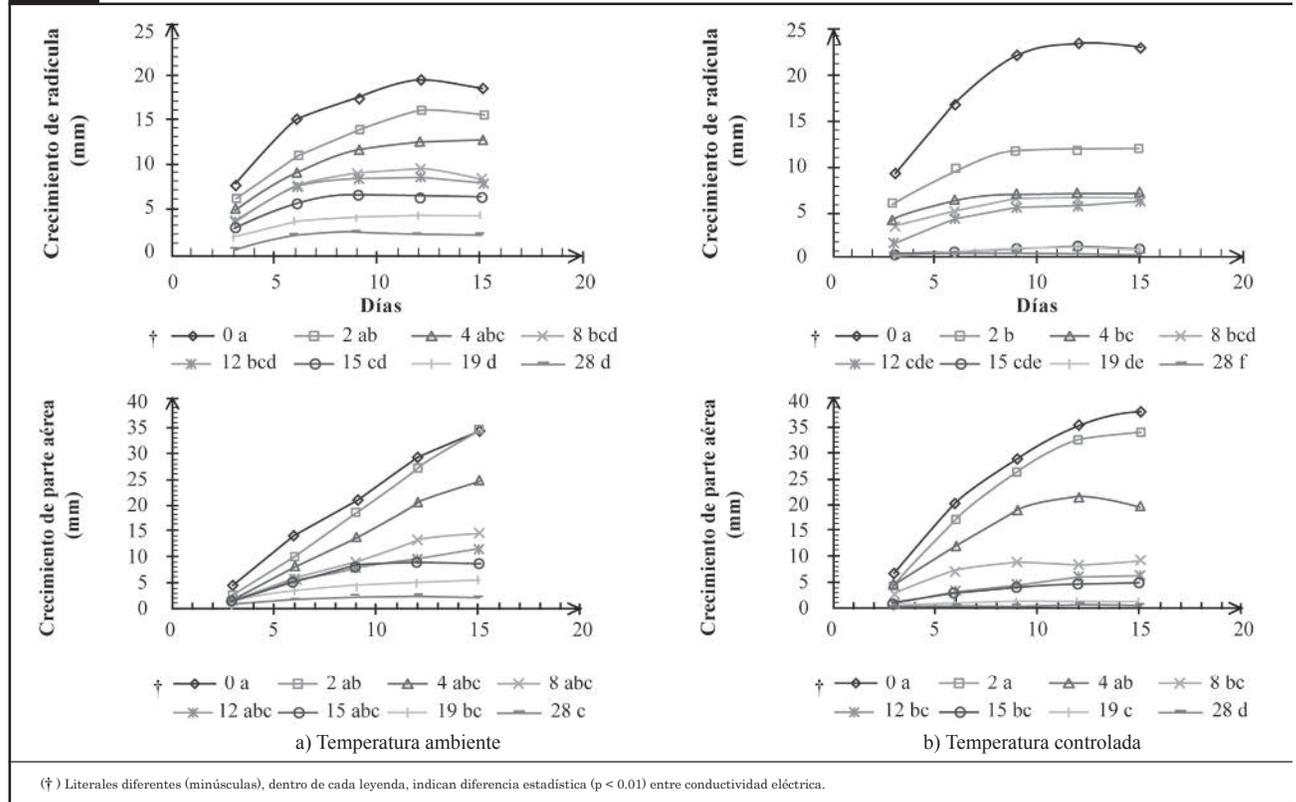


Figura 8. Curva de crecimiento de pasto Banderita en salinidad sulfático-clorhídrica.



**Figura 9.** Curva de crecimiento de pasto Banderita en salinidad clorhidrico-sulfática.



**Figura 10.** Curva de crecimiento de pasto Banderita en salinidad sulfática.

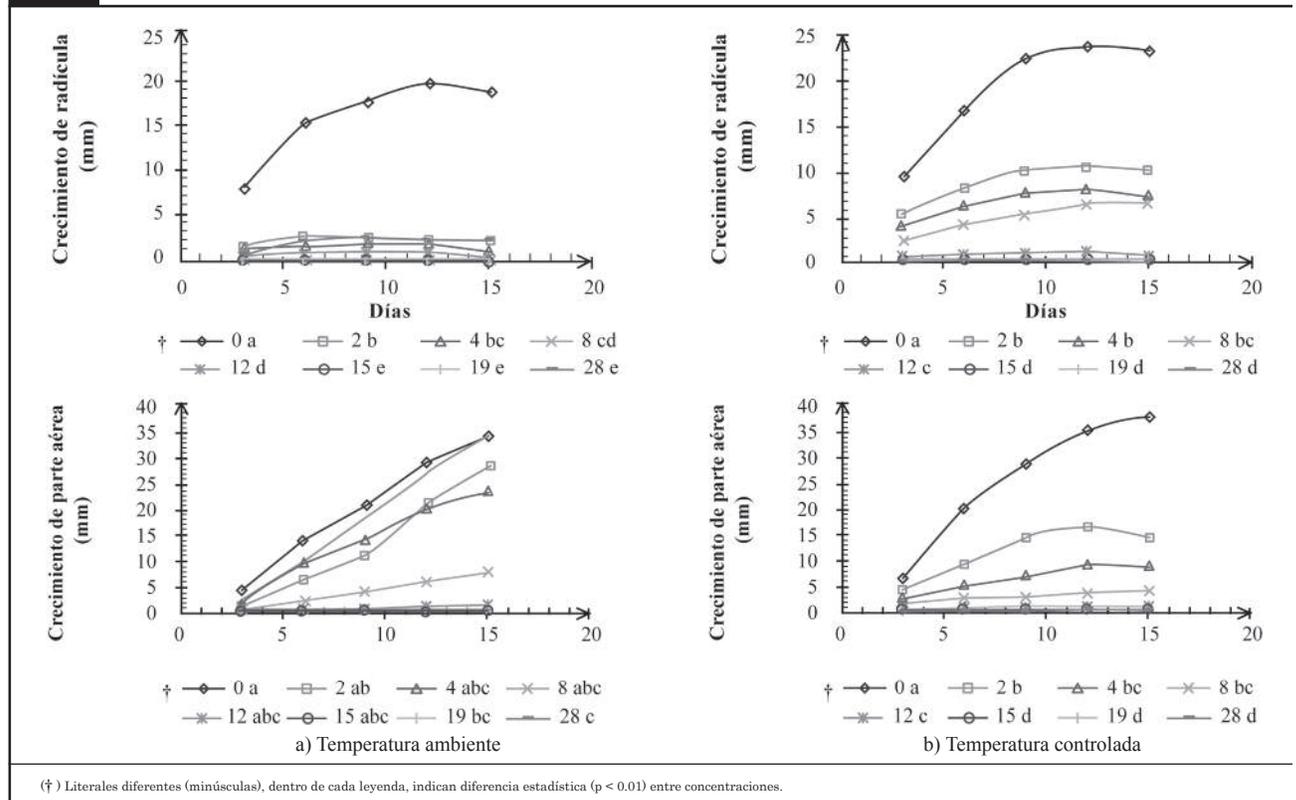
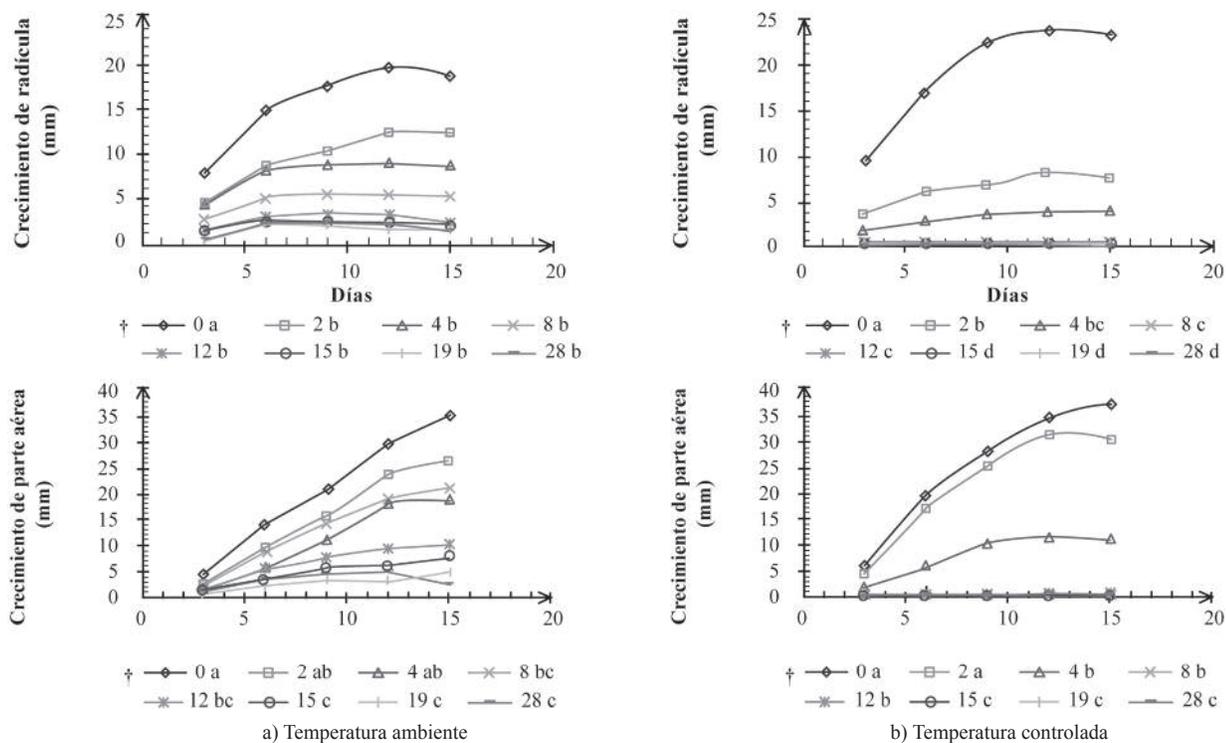


Figura 11. Curva de crecimiento de pasto Banderita en salinidad sulfático-sódica.



(†) Literales diferentes (minúsculas), dentro de cada leyenda, indican diferencia estadística ( $p < 0.01$ ) entre concentraciones.